

Sövénylvágógép családok összehasonlító elemzése a mozgást megvalósító mechanizmusok alapján

Comparative analysis of hedge trimmer families based on the mechanisms that implement the movement

SIKTÁR Bálint¹, Dr. KAKUK József², Dr. HEGEDŰS György³

¹Robert Bosch Power Tool Kft., 3526 Miskolc, Robert Bosch Park 1., Balint.Siktar@hu.bosch.com

²Robert Bosch Power Tool Kft., 3526 Miskolc, Robert Bosch Park 1., Jozsef.Kakuk@hu.bosch.com

³Miskolci Egyetem, Szerszámgépészeti és Mechatronikai Intézet, 3515 Miskolc-Egyetemváros,
gyorgy.hegedus@uni-miskolc.hu

Abstract

Hedge trimmers are most often used in households, thus ensuring ergonomic, noise and vibration requirements is an important aspect. In hedge trimmers, the rotary motion generated by the motor must be converted into linear motion for the hedge trimmer blades. During the motion transformation, it is necessary to ensure that the operation of the mechanism is not accompanied by large vibrations, that the backlash is minimal, and in the case of hand-held tools, the weight of the machine must be minimized. For the reasons listed, one of the frequently used solutions is the use of eccentric mechanisms. By changing the guide path of the eccentric mechanism, different kinematic properties can be achieved, which affects the cutting performance. The article examines the properties of the solutions used in machine families.

Keywords: hedge trimmer, mechanism, scotch-yoke

Kivonat

A sövénylvágókat leggyakrabban háztartásokban használják, így fontos szempont az ergonómiai, a zaj és a rezgéssel szemben támasztott követelmények biztosítása. A sövénylvágókban a motor által keltett forgó mozgást a sövénylvágó pengék számára lineáris mozgássá kell alakítani. A mozgásátalakítás során törekedni kell arra, hogy a mechanizmus működése ne járjon nagy rezgéssel, a holtjáték minimális legyen, valamint kézben tartott szerszámoknál, törekedni kell a gép tömegének minimalizálására. A felsorolt okok miatt az egyik gyakran alkalmazott megoldás excenteres mechanizmusok használata. Az excenteres mechanizmus vezérpályájának változtatásával különböző kinematikai tulajdonságok érhetők el, ami hatással van a vágási teljesítményre. A cikk a gépcsaládokban alkalmazott megoldások tulajdonságait vizsgálja.

Kulcsszavak: sövénylvágó, mechanizmus, excenter

1. SÖVÉNYVÁGÓ MECHANIZMUSOK ÁLTALÁNOS ÁTTEKINTÉSE

A sövénylvágók elsősorban háztartásokban található, változó méretű bokrok, cserjék formázására, vágására használják. Fontos követelmény, hogy a sövénylvágó gép tömege ne legyen nagy, illetve, hogy a használat során a gép működése során fellépő zaj-és rezgés értékek ne rontsák számottevően az ergonómiai szempontokat. Fontos elvárás, hogy a sövénylvágóval történő munkavégzés hatékony legyen, vagyis az elvégzendő feladatot a lehető legrövidebb idő alatt kerüljön elvégzésre.

A forgó mozgás alternáló mozgássá történő átalakításra számos lehetőség áll rendelkezésre, természetesen mindegyik megoldásnak vannak előnyei és vannak hátrányai [1]-[3]. Az egyik megoldási lehetőség forgattyús mechanizmus alkalmazása. A forgattyús mechanizmus elterjedt megoldás forgó mozgás lineáris, alternáló mozgássá történő átalakítására, méretéből adódóan azonban nagy helyigénnyel rendelkezik, mely kéziszerszámok esetében kerülendő. Egy másik megoldási lehetőség excenteres mechanizmus alkalmazása. Kéziszerszámok esetében gyakran alkalmaznak excenteres mechanizmusokat. Előnyük, hogy a mozgásátalakításhoz szükséges gépelemek között minimális holtjátékra van szükség, illetve, hogy az excenter profiljának változtatásával eltérő tulajdonságú lineáris mozgások állíthatók elő [4]. Hátrányuk, hogy a kenésre különös

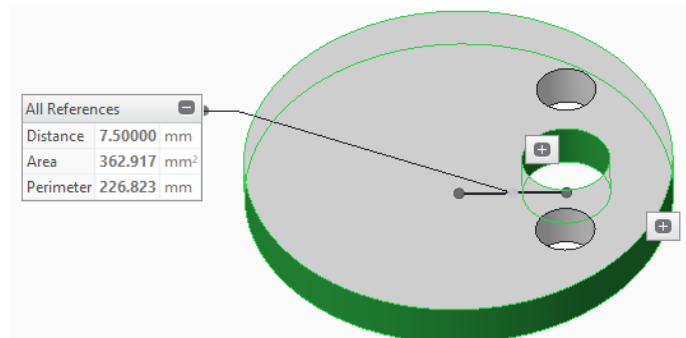
figyelmet kell fordítani, ennek hiányában az elvártnál komolyabb kopás jelentkezhet, amely súlyosan károsíthatja a hajtott és/vagy hajtó gépelemet, ezzel akár a mozgásátalakító mechanizmus meghibásodását okozva, amely szélsőséges esetben a teljes kihajtás elvesztését is jelentheti.

2. KÜLÖNBÖZŐ EXCENTERPÁLYÁK VIZSGÁLATA

Sövényvágók esetén két penge alkalmazása a legelterjedtebb megoldás, a két penge egymással ellentétesen mozog, így történik a sövényvágó pengék fogai közé kerülő vegetáció elvágása. Tekintettel arra, hogy egy vágással egy irányban a lehető legnagyobb kiterjedés alakítása történjen, érdemes hosszú pengéket használni. A hosszú pengék mozgatása egyirányban történik, innen következik a forgó mozgás alternáló lineáris mozgássá történő átalakítása. A hosszú, egyenes pengék mozgásának természete az excenter külső kontúrjának függvénye. A legtöbb esetben egyszerű, kör alakú excenterpályával rendelkező excenter kerül beépítésre, azonban léteznek más megoldások.

2.1. Köralakú excenterpályával rendelkező excenter

Az excenterpályák viselkedését célszerű elmozdulás-, sebesség- illetve gyorsulás függvényekkel leírni az idő függvényében. A hajtott tengely fordulatszámának ismeretében meghatározható, hogy a gép hajtott tengelye mennyi idő alatt tesz meg 1 fordulatot, ebből pedig meghatározható, hogy adott szögelforduláshoz milyen elmozdulás tartozik. A köralakú excenter az 1. ábrán látható



1. ábra Köralakú excenter geometriája

Köralakú excenter esetén az így kapott elmozdulás szinuszos képet mutat, mozgásának leírására a

$$s = [-\cos(\varphi) + 1] \cdot exc \quad (2.1)$$

módosított koszinuszos összefüggés írható fel **Error! Reference source not found.**, ahol

- s : adott pillanathoz tartozó elmozdulás értékei [mm]
- φ a szögelfordulás értékei [°]
- exc a sövényvágóban található excentertárcsa középtengelyének excentricitása a hajtott tengely középtengelyéhez képest [mm].

Az elmozdulások meghatározásához szükség van még a sövényvágó gép hajtott tengelyének fordulatszámára, illetve ebből a löketek számára, mely a

$$n_{l1} = 2 \cdot n_{kl1} = 2 \cdot 1600 \frac{1}{min} = 3200 \frac{1}{min} = \frac{3200}{60} \frac{1}{s} \quad (2.2)$$

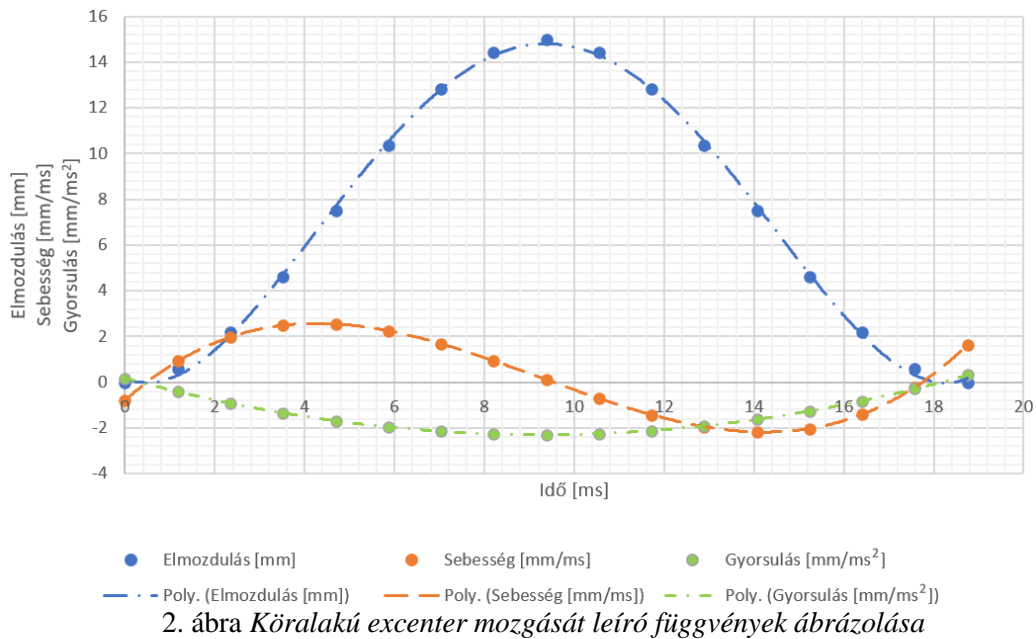
összefüggés alapján írható le, ahol az összefüggésben

- n_l : a löketek száma [-]
- n_{kl} : a kettőslöketek száma [-]

Egy körül fordulás elvégzéséhez egy löketnyi idő szükséges, az ehhez szükséges idő a

$$t_{l1} = \frac{1}{n_{l1}} = \frac{60}{3200} s = 0,1875 s = 18,75 ms \quad (2.3)$$

összefüggéssel írható fel, ahol t_l az egy lökethez szükséges idő [s]. A számítások érdekében célszerű ms-ot használni s helyett. A köralakú excenter elmozdulás, sebesség, illetve gyorsulás függvényei a 2. ábrán láthatók.



A köralakú excenter elmozdulását a (2.1) összefüggés alapján kapjuk meg, majd az így kapott pontokra Microsoft Excel segítségével egy negyedfokú,

$$s_1(t) = 0,0024 \cdot t^4 - 0,0888 \cdot t^3 + 0,8744 \cdot t^2 - 0,7816t + 0,164 \quad (2.4)$$

egyenletű polinom illeszthető. Ennek időszerinti első deriváltjára a

$$v_1(t) = 0,0096 \cdot t^3 - 0,2664 \cdot t^2 + 1,7488t + 0,7816 \quad (2.5)$$

összefüggés írható fel. A (2.5) összefüggést még egyszer idő szerint deriválva kapjuk meg a gyorsulásra az

$$a_1(t) = 0,0288 \cdot t^2 - 0,5328t + 1,7488 \quad (2.6)$$

összefüggést.

2.2. Alakos excenter vizsgálata

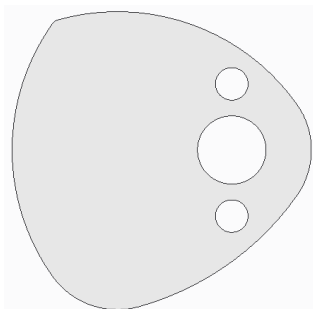
A sövényvágás szükséges vágási erő az

$$F_v = m_p \cdot a_p \quad (2.7)$$

összefüggés alapján számítható, ahol

- F_v : a vágási erő [N]
- m_p : a penge tömeg [kg]
- a_p : a penge gyorsulása [m/s^2]

Nyilvánvaló, hogy a penge tömege nem igazán változtatható, hiszen nagyobb vágási erő eléréshez nagyobb tömegű pengét eredményezne, amit egy kéziszerszám esetében kerülni kell. A vágási hatékonyság növelése érdekében a penge gyorsulására célszerű fókuszálni, ennek változtatása az excentertárcsa kontúrjának alakításával történik (3. ábra).



3. ábra Alakos excenter kialakítása

Az alakos excenter esetén a módosított koszinusz függvény alkalmazása nem célravezető, helyette adott pontokban kell a külső kontúr mentén érintőt felvenni, majd venni az érintő egyenes és az excentertárcsa forgástengelyének távolságát. Az alakos excentert használó sövényvágó hajtott tengelyének fordulatszáma 1400 1/min, ebből a kettőslöketek száma, illetve az egy körülforduláshoz szükséges idő az

$$n_{l2} = 2 \cdot n_{kl2} = 2 \cdot 1400 \frac{1}{\text{min}} = 2800 \frac{1}{\text{min}} = \frac{2800}{60} \frac{1}{\text{s}} \quad (2.8)$$

és a

$$t_{l2} = \frac{1}{n_{l2}} = \frac{60}{2800} \text{s} = 0,1875 \text{s} = 18,75 \text{ms} \quad (2.9)$$

összefüggésekkel számítható. Az alakos excenter elmozdulás, sebesség, illetve gyorsulás függvényei a 4. ábrán láthatók. A 4. ábrán látható elmozdulás függvényre egy hatodfokú polinomot illesztve az

$$s_2(t) = -0,00005 \cdot t^6 + 0,0032 \cdot t^5 - 0,0762 \cdot t^4 + 0,7922 \cdot t^3 - 3,3731 \cdot t^2 - 4,9822t + 6,1668 \quad (2.10)$$

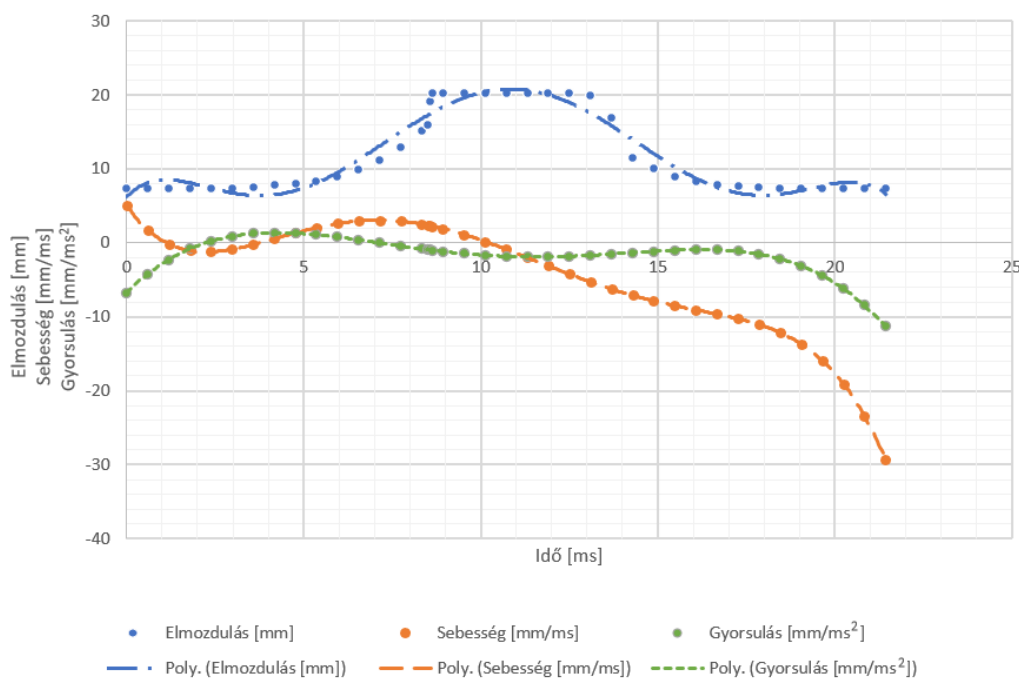
összefüggés írható fel. Ennek időszerinti első deriválásával adódik a

$$v_2(t) = -0,0003 \cdot t^5 + 0,016 \cdot t^4 - 0,3048 \cdot t^3 + 2,3766 \cdot t^2 - 6,7462t + 4,9822 \quad (2.11)$$

sebességfüggvény. Ezen egy újabb időszerinti deriválást elvégezve adódik az

$$a_2(t) = -0,0015 \cdot t^4 + 0,064 \cdot t^3 - 0,9144 \cdot t^2 - 4,7532t - 6,7462 \quad (2.12)$$

gyorsulásfüggvény.



4. ábra Alakos excenter mozgását leíró függvények

KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS

A C2263193 számú projekt a kulturális és innovációs minisztérium nemzeti kutatási fejlesztési és innovációs alapból nyújtott támogatásával, a KDP-2023 pályázati program finanszírozásában valósult meg.

IRODALMI HIVATKOZÁSOK

- [1] H. A. Rothbart, *Cam design handbook*. New York ; London: McGraw-Hill, 2004.
- [2] R. L. Norton, *Cam design and manufacturing handbook, second edition*. Industrial Press, 2009
- [3] J. Angeles, C.S. López-Cajún, *Optimization of Cam Mechanisms*. Springer Science & Business Media, 2012.
- [4] A. Borboni, F. Aggogeri, I. Elamvazuthi, G. Incerti, and P. L. Magnani, "Effects of profile interpolation in cam mechanisms," *Mechanism and Machine Theory*, vol. 144, p. 103652, doi:10.1016/j.mechmachtheory.2019.103652